



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 101 27 981 C 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**B 44 F 1/12**  
B 42 D 15/10  
G 06 K 19/06

⑦① Aktenzeichen: 101 27 981.7-45  
⑦② Anmeldetag: 8. 6. 2001  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 1. 2003

DE 101 27 981 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
OVD Kinegram AG, Zug, CH

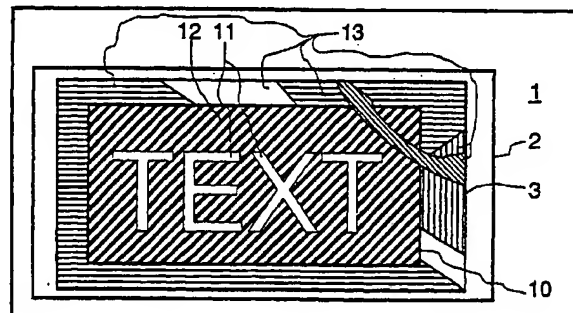
⑦④ Vertreter:  
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ & SEGETH, 90409  
Nürnberg

⑦② Erfinder:  
Schilling, Andreas, Dr., Zug, CH; Tompkin, Wayne  
Robert, Dr., Baden, CH

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
EP 01 05 099 B1  
EP 08 83 085 A1

⑤④ **Diffraktives Sicherheitselement**

⑤⑦ Ein Sicherheitselement (2) mit einem in einem Schichtverbund aus Kunststoff eingebetteten, aus vorbestimmten Beobachtungsrichtungen visuell erkennbaren, reflektierenden optisch variablen Flächenmuster (3) aus einem Mosaik von optisch wirksamen Flächenelementen (13), gebildet. Im Mosaik des Flächenmusters (3) sind wenigstens zwei der Mosaikflächen (11; 12) des Flächenmusters (3) im Wesentlichen benachbart angeordnet und weisen mikroskopisch feine lichtbeugende Reliefstrukturen (4) auf. Die Spatalfrequenzen der Reliefstrukturen in den Mosaikflächen (11; 12) weisen Werte aus vorbestimmten Spatalfrequenzbereichen derart auf, dass bei schief zu einer Normalen auf die Ebene des Schichtverbundes einfallende Beleuchtungsstrahlen die Reliefstrukturen der Mosaikflächen (11; 12) sichtbares, monochromatisches Licht parallel zur Normalen (32) ablenken. Die Reliefstrukturen der Mosaikflächen (11; 12) unterscheiden sich nur in der Spatalfrequenz, wobei der Unterschied in den Spatalfrequenzen der Reliefstrukturen in den benachbarten Mosaikflächen (11; 12) höchstens 40 Linien/mm beträgt.



DE 101 27 981 C 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein diffraktives Sicherheitselement gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.  
 [0002] Solche diffraktive Sicherheitselemente werden für die Beglaubigung der Echtheit eines Dokuments verwendet und zeichnen sich durch ein optisch variables Muster aus, das sich durch Drehen oder Kippen für den Beobachter in auffälliger Art und Weise vorbestimmt ändert.

[0003] Derartige diffraktive Sicherheitselemente sind aus vielen Quellen bekannt, stellvertretend sind hier die EP 0 105 099 B1, EP 0 330 738 B1, EP 0 375 833 B1 genannt. Sie zeichnen sich durch die Brillanz der Muster und den Bewegungseffekt im Muster aus, sind in ein dünnes Laminat aus Kunststoff eingebettet und werden in Form einer Marke auf Dokumente, wie Banknoten, Wertpapiere, Personalausweise, Pässe, Visa, Identitätskarten usw. aufgeklebt. Zur Herstellung der Sicherheitselemente verwendbare Materialien sind in der EP 0 201 323 B1 zusammengestellt.

[0004] Moderne Farbkopierer und Scanner - Einrichtungen sind in der Lage, ein solches Dokument scheinbar farbgetreu zu duplizieren. Die diffraktiven Sicherheitselemente werden mitkopiert, wobei zwar die Brillanz und der Bewegungseffekt verloren gehen, so dass das beim Original unter einem einzigen vorbestimmten Blickwinkel sichtbare Muster mit den Druckfarben des Farbkopierers abgebildet wird. Solche Kopien von Dokumenten können bei schlechten Lichtverhältnissen oder bei Unaufmerksamkeit mit dem Original verwechselt werden.

[0005] Das menschliche Auge erkennt bei nebeneinander angeordneten, farbigen Teilflächen einen Farbkontrast, wenn sich die Wellenlängen der Spektralfarben in den Teilflächen um weniger als zehn Nanometer (nm) unterscheiden. Insbesondere im Gebiet 470 nm bis 640 nm fallen einem Beobachter noch Unterschiede von 1 nm bis 2 nm auf (W. D. Wright & F. H. G. Pitt "Hue discrimination in normal colour vision", Proc. Physical Society (London) Vol. 46, p. 459 (1934)).

[0006] Bekannt ist die auf den Unterschieden in der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges und der Farbkopierer basierende Idee, Dokumente mit einem farbigen Hintergrund auszurüsten und auf dem Hintergrund die Information in einer anderen Farbe zu drucken, wobei die Information vor dem Hintergrund einen vom menschlichen Auge wahrnehmbaren Kontrast aufweist, der jedoch von den Farbkopierern nicht reproduziert werden kann.

[0007] Aus der EP 0 281 350 B1 ist ein solches farbiges Sicherheitspapier bekannt, das als Hintergrund ein repetitives, z. B. Karo, Muster aus zwei Farben A und B aufweist, wobei die Information mit einer weiteren Farbe S auf das Hintergrundmuster gedruckt wird. Die spektralen Reflektivitäten der Farben A, B und S sind so gewählt, dass der Farbkopierer zwar in Gebieten mit der Farbe A einen Kontrast zwischen A und S, in Gebieten mit der Farbe B aber nicht zwischen B und S erkennen und reproduzieren kann. Auf der Kopie sind daher von der Information nur die in die Gebiete A fallenden Teile sichtbar.

[0008] Die US 5,338,066 weist auf zwei Verfahren hin, ein drucktechnisch hergestelltes farbiges Original von seiner Farbkopie zu unterscheiden. Das eine Verfahren weist chemische Bestandteile der Druckfarbe nach und das andere Verfahren stützt sich auf die unterschiedlichen dynamischen Bereiche in der Bildverarbeitung des Farbkopierers verglichen mit der Bildverarbeitung des menschlichen Auges. Im Original weisen die Farben des Hintergrunds und der Information in ihrer spektralen Reflektivität eine Modulation von  $\pm 5\%$  auf, wobei die Hintergrundfarbe das Maximum im grünen Spektralbereich des sichtbaren Lichts und die Farbe für

die Information je ein Maximum im blauen und roten Spektralbereich besitzen. Die spektralen Reflektivitäten beider komplementären Farben haben gemittelt über den sichtbaren Spektralbereich den gleichen Wert und bilden zusammen die Farbe weiss. Während das Auge die purpurfarbene Information vor dem grünen Hintergrund leicht erkennen kann, registriert der Farbkopierer lediglich eine weisse bis leicht graue Fläche.

[0009] Der Hinweis auf einen zusätzlichen chemischen Nachweis für den Nachweis der Echtheit eines vermuteten Originals, zeigt die in Praxis schwierig zu beherrschende Technik der Farbmischung auf.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kostengünstiges diffraktives Sicherheitselement zu schaffen, das von einem Farbkopierer nicht reproduzierbare Informationen aufweist.

[0011] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0012] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

[0013] Es zeigen:

[0014] Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Reliefstruktur,

[0015] Fig. 2 ein Flächenmuster,

[0016] Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Abtastvorrichtung eines Farbkopierers,

[0017] Fig. 4 ein Farbdigramm,

[0018] Fig. 5 eine Beugungsebene und

[0019] Fig. 6 Beugungsgitter.

[0020] In der Fig. 1 ist im Querschnitt ein auf ein Dokument 1 geklebttes Sicherheitselement 2 mit einem Flächenmuster 3 gezeigt. Mit den Dokumenten 1 sind vor allem Ausweise, Banknoten, Visa, Wertpapiere, Eintrittskarten usw. gemeint, die als Substrat für das Sicherheitselement 2 dienen und deren Echtheit durch das aufgeklebte Sicherheitselement 2 beglaubigt ist. Die mikroskopisch feinen, mechanisch oder holographisch erzeugten, optisch wirksamen Strukturen 4 des Flächenmusters 3 sind in einem Schichtverbund aus Kunststoff eingebettet. Beispielsweise besteht der Schichtverbund aus einer glasklaren, transparenten Deckschicht 5, durch die das Flächenmuster 3 aus vorbestimmten Beobachtungsrichtungen visuell erkennbar ist. Unter der Deckschicht 5 ist eine Lackschicht 6 angeordnet, in die die mikroskopisch feine Struktur 4 abgeformt ist. Die Struktur 4 ist nur symbolisch als einfache Rechteckstruktur gezeichnet und steht für ein Mosaik des Flächenmusters 3 aus den optisch wirksamen Strukturen 4 von Flächenelementen. Die Struktur 4 ist mit einer Schutzlackschicht 7 derart überdeckt, dass Furchen der Strukturen 4 von der Schutzlackschicht 7 verfüllt sind und die Struktur 4 zwischen der Lackschicht 6 und der Schutzlackschicht 7 eingebettet ist. Zwischen dem Dokument 1 und der Schutzlackschicht 7 ist eine Klebeschicht 8 angeordnet, um das Sicherheitselement 2 fest mit dem Dokument 1 zu verbinden. Die Schichten 5 und 6 bzw. 7 und 8 können in anderen Ausführungen aus demselben Material sein, so dass eine Grenzfläche zwischen den Schichten 5 und 6 bzw. 7 und 8 entfällt. Die Struktur 4 bestimmt eine Grenzfläche 9 zwischen den Schichten 6 und 7. Die optische Wirksamkeit der Grenzfläche 9 steigt mit der Differenz der Brechungsindizes der Materialien in den beiden angrenzenden Schichten, der Lackschicht 6 und der Schutzlackschicht 7. Zur Verstärkung der optischen Wirksamkeit der Grenzfläche 9 ist die Struktur 4 vor dem Aufbringen der Schutzlackschicht 7 mit einer im Vergleich zu den Tiefen der Furchen dünnen, metallischen oder dielektrischen Reflexionsschicht überzogen. Andere Ausführungen

des Sicherheitselements 2 und die für die transparenten oder nichttransparenten Sicherheitselemente 2 verwendbaren Materialien sind in der eingangs erwähnten EP 0 201 323 B1 beschrieben. Die in der Fig. 1 gezeigte Struktur 4 ist nur symbolisch als einfache Rechteckstruktur gezeichnet und steht für allgemeine, optisch wirksame Strukturen 4, wie lichtbeugende Reliefstrukturen, lichtstreuende Reliefstrukturen oder Spiegelflächen. Bekannte lichtbeugende Reliefstrukturen sind lineare oder zirkuläre Beugungsgitter und Hologramme. Unter die lichtstreuenden Reliefstrukturen fallen auch Mattstrukturen.

[0021] In der Fig. 2 ist das auf dem Dokument 1 angebrachte Sicherheitselement 2 mit einer Schrifttafel 10 gezeigt. Die Schrifttafel 10 ist Teil eines diffraktiven Flächenmusters 3. Die Schrifttafel 10 weist in einer einfachen Ausführung wenigstens zwei aneinanderstossende Mosaikflächen 11, 12 auf. In andern Ausführungen bilden die Mosaikflächen 11, 12 ein Muster mit einer Hintergrundfläche 12 und Teilflächen 11. Die Flächen der Hintergrundfläche 11 und der Teilflächen 12 sind mit Beugungsstrukturen belegt. Weitere mosaikartig angeordnete, eine beugende, streuende oder spiegelnde Eigenschaft aufweisende Flächenelemente 13 ergänzen das Flächenmuster 3. Einzelne bandförmige Flächenelemente 13 können sich auch über die Schrifttafel 10 erstrecken.

[0022] Beispielsweise weist die Schrifttafel 10 eine Inschrift "TEXT" auf. Die Inschrift besteht aus den Teilflächen 11, die innerhalb wenigstens einer Hintergrundfläche 12 angeordnet sind. Einfallendes weisses Licht wird an den Beugungsstrukturen so gebeugt, dass einem Beobachter unter vorbestimmten Betrachtungsbedingungen sowohl die Hintergrundfläche 12 als auch die Teilflächen 11 in vorbestimmten Farben erscheinen und sich die Teilflächen 11 durch einen Farbkontrast gegenüber der Hintergrundfläche 12 abheben.

[0023] Die Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Abtasteinrichtung eines Farbkopierers. Eine Glasplatte 14 dient als Auflage für das zu kopierende Dokument 1 mit dem aufgeklebten Sicherheitselement 2 (Fig. 1). Das Dokument 1 kontaktiert mit seiner zu kopierenden Oberfläche die Glasplatte 14. Eine Weisslichtquelle 15 beleuchtet einen schmalen Streifen 16 auf der Glasplatte 14, wobei sich in dieser Darstellung der Streifen 16 in der Richtung y senkrecht zur Zeichnungsebene der Fig. 3 erstreckt und daher in der Zeichnung nur als Punkt sichtbar ist. Eine Richtung x ist parallel zur Zeichnungsebene der Fig. 3 und zur Oberfläche der Glasplatte 14 gerichtet. Ein Beleuchtungsstrahl 17 aus der Weisslichtquelle 15 wird durch die Glasplatte 14 zum Lot hin so gebrochen, dass der Beleuchtungsstrahl 17 unter einem Winkel von etwa 30° auf die Oberfläche des Dokuments 1 und die Beugungsstruktur einfällt und ein zum Streifen 16 paralleles Gebiet 18 des Dokuments 1 ausleuchtet. Im Gebiet 18 wird das Licht von der Beugungsstruktur gebeugt reflektiert sowie an der Oberfläche des Dokuments 1 gestreut oder reflektiert. Ein Teil des gebeugten, reflektierten oder gestreuten Lichts durchdringt erneut die Glasplatte 14 und wird in den Halbraum über der Glasplatte 14 zurückgesendet. Nur die Glasplatte 14 senkrecht durchdringenden Lichtstrahlen 19 gelangen direkt oder über einen Umlenkspiegel als abgelenkte Lichtstrahlen 21 in einen Lichtempfänger 20. Alles andere Licht, z. B. Zweitstrahlen 22, 23, das nicht senkrecht die Glasplatte 14 durchdringt, fällt auf hier nicht gezeigte Blenden und gelangt nicht in den Lichtempfänger 20. Die Weisslichtquelle 15 und der Lichtempfänger 20 sind auf einem Wagen 24 angeordnet, der auf Schienen 25 zum optischen Abtasten des Dokuments 1 in der Richtung x verschiebbar ist. Die Weisslichtquelle 15, der Umlenkspiegel, der Lichtempfänger 20

und der Wagen 24 erstrecken sich parallel zum Streifen 16 linear in die y-Richtung. In der Zeichnung nicht gezeigt ist die Optik des Lichtempfängers 20 zur Führung der Lichtstrahlen 19, 21 zwischen dem Gebiet 18 und dem Lichtempfänger 20. Beim Abtasten wandert das Gebiet 18 schrittweise so über das Dokument 1, dass der Farbkopierer ein streifenförmiges Abbild des Dokuments 1 bzw. des Sicherheitselements 2 nach dem anderen erfasst. Das ganze Substrat 10 wird schrittweise optisch abgetastet.

[0024] In der Fig. 4 ist ein Farbdigramm dargestellt, (aus "Optical Document Security", von Renesse, Editor, ISDN Nummer 0-89006-982-4, Seite 135). Orte von spektral reinen Farben bilden die äussere zungenförmige Berandung 26. Die dreistelligen Zahlen längs der Berandung 26 geben die Wellenlänge des Lichtes in Nanometern (nm) an. Die gerade Verbindungslinie 27 zwischen 380 nm und 770 nm ist der Ort der Purpurfarben. Alle Mischfarben liegen im Farbbereich 28 innerhalb der Berandung 26 und der Verbindungslinie 27. Das im Farbbereich 28 liegende Polygon 29 umfasst den Bereich der Farbwiedergabe von hochwertigen Farbdruckmaschinen und der innere, polygonförmige, schraffierte Farbwertbereich 30 mit dem Weisspunkt 31 wird von Farbkopierern wiedergegeben. Sind die Farben des Dokuments 1 mit der Farbdruckmaschine gedruckt, liegen die Farbwerte innerhalb des Polygons 29. Der Farbkopierer mit dem Farbwertbereich 30 schränkt die in der Kopie des Dokuments 1 wiedergegebenen Farben ein, da sie alle dem Farbwertbereich 30 zugeordnet sind. Ein ausserhalb des Farbwertbereichs 30 z. B. auf einer Linie 34 innerhalb des Farbbereichs 28 liegender Farbwert ist in der Farbkopie als Farbpunkt 35 wiedergegeben. Der Farbpunkt 35 liegt auf der Linie 34, die den Ort des Farbwerts und den Weisspunkt 31 verbindet.

[0025] Zurück zur Fig. 2: Die gezeigte Schrifttafel 10 erzeugt mit ihren mikroskopisch feinen, mechanisch oder holographisch hergestellten, optisch wirksamen Strukturen 4 (Fig. 1) bei der Beleuchtung mit weissem Licht (Tageslicht) für den Beobachter fast spektral reine Farben, die auf der Berandung 26 (Fig. 4) liegen. Beim Kopieren der Schrifttafel 10 wird unter den im Farbkopierer herrschenden Beleuchtungsbedingungen und entsprechend den Parametern der beleuchteten Beugungsstrukturen in der Hintergrundfläche 12 und/oder in den Teilflächen 11 Licht mit fast spektral reiner Farbe im Lichtempfänger 20 (Fig. 3) registriert. Der Farbkopierer gibt in der Kopie die Schrifttafel 10 mit den ihm zur Verfügung stehenden Farbwerten aus dem Farbwertbereich 30 wieder. Das Flächenmuster 3 (Fig. 2) ist unter den Abtast- und Beleuchtungsbedingungen im Farbkopierer in dem für den Lichtempfänger 20 registrierten Muster mit den Farben aus dem Farbwertbereich 30 in der Farbkopie wiedergegeben. Die Wiedergabe des Flächenmusters 3 in der Farbkopie hängt daher ebenfalls von der Abtastrichtung ab.

[0026] Erfindungsgemäss werden für die Hintergrundfläche 12 und für die Teilflächen 11 die Spatialfrequenzen  $f_H$  bzw.  $f_T$  so ausgewählt, dass das Auge des Beobachters einen Farbkontrast zwischen der Hintergrundfläche 12 und den Teilflächen 11 feststellt und die Teilflächen 11 von der Hintergrundfläche 12 unterscheiden kann. Daher erkennt der Beobachter im Original des Sicherheitselementes 2 die mit den Teilflächen 11 dargestellte Information. Sind die Spatialfrequenzen  $f_H$  und  $f_T$  eng benachbart, gibt der Farbkopierer sowohl die Hintergrundfläche 12 als auch die Teilflächen 11 im gleichen Farbwert wieder. Die Hintergrundfläche 12 und die Teilflächen 11 sind somit in der Kopie ununterscheidbar. Die mit den Teilflächen 11 dargestellten Informationen sind alphanumerische Zeichen, wie in der Fig. 2 gezeigt, und/oder graphische Muster oder Zeichen.

[0027] Die Fig. 5 zeigt die Beleuchtungs- und Beobachtungsverhältnisse im Farbkopierer. Das Sicherheitselement 2 mit der optisch wirksamen Struktur 4 liegt in der x-y-Ebene des Dokuments 1. Ist die Struktur 4 eine in der x-y-Ebene ebene Spiegelfläche, wird der unter einem Winkel  $-\alpha$  schief einfallende Beleuchtungsstrahl 17 unter dem Winkel  $+\alpha$  zur Normalen 32 als Zweitstrahl 22 reflektiert. Die ebene Spiegelfläche registriert der Farbkopierer daher als schwarze Fläche. Der Beleuchtungsstrahl 17, Zweitstrahl 22 und die Normale 32 legen eine Beugungsebene 33 fest.

[0028] Falls die optisch wirksame Struktur 4 z. B. ein lineares Beugungsgitter 40 (Fig. 6) ist, fällt der in die negative k-ten Beugungsordnung gebeugte Lichtstrahl 19 (Fig. 3) nur in den Lichtempfänger 20 (Fig. 3), wenn der Lichtstrahl 19 parallel zur Normalen 32 gebeugt wird. Die Spatalfrequenzen  $f$  bzw.  $f_H$  und  $f_T$  sind daher gemäss der Gleichung

$$\sin(\delta = 0^\circ) - \sin(\alpha) = \pm k \cdot \lambda \cdot f$$

vorbestimmt, wobei  $\alpha$  der Einfallswinkel und  $\delta = 0^\circ$  der Beugungswinkel zwischen der Normalen 32 und dem gebeugten Lichtstrahl 19 bezeichnen. Der gebeugte Lichtstrahl 19 weist die Wellenlänge  $\lambda$  in der k-ten Beugungsordnung auf. Der unter der positiven k-ten Beugungsordnung gebeugte Strahl, der Zweitstrahl 23, schliesst zur Normalen 32 den Winkel  $2\alpha$  ein. Für einen Einfallswinkel  $\alpha$  von  $25^\circ$  bis  $30^\circ$  und bei  $k = 1$  ist der nutzbare Bereich der Spatalfrequenzen  $f$  von 725 Linien/mm bis 1025 Linien/mm; bei  $k = 2$  liegen die brauchbaren Spatalfrequenzen  $f$  zwischen 350 Linien/mm bis 550 Linien/mm, damit das gebeugte Licht zum Lichtempfänger 20 gelangt. Die Bereichsgrenzen sind durch die Optik, die Geometrie und die Farbempfindlichkeit des Lichtempfängers 20 bestimmt. Um allfällige Unebenheiten des Flächenmusters 3 auszugleichen, ist es von Vorteil die Spatalfrequenz  $f$  zu modulieren, wobei sich die Spatalfrequenz  $f$  über wenigstens einen Teil einer Periode oder über mehrere Perioden von 0.5 mm bis 10.0 mm mit einem Hub von 3 Linien/mm bis 20 Linien/mm ändert. Diese Modulation ist von blossm Auge im Tageslicht sichtbar, ist aber vom Farbkopierer nicht reproduzierbar. In einer Ausführung stossen zwei Mosaikflächen 11 und 12 mit den Spatalfrequenzen  $f_H$  und  $f_T$  aneinander, wobei längs der gemeinsamen Grenze der beiden Mosaikflächen 11 und 12 die Modulation der Spatalfrequenzen  $f_H$  und  $f_T$  um einen Phasenwinkel verschoben ist, beispielsweise im Bereich von  $90^\circ$  bis  $180^\circ$ .

[0029] Diese Betrachtung gilt nur solange der Gittervektor des Beugungsgitters in der Beugungsebene 33 und somit parallel zur Abtastrichtung ist. Die Gittervektoren der Beugungsgitter in der Hintergrundfläche 12 (Fig. 2) und in den Teilflächen 11 (Fig. 2) sind daher im wesentlichen parallel angeordnet, damit die Beugungsgitter in der Hintergrundfläche 12 und in den Teilflächen 11 im Gegensatz zum übrigen Flächenmuster 3 (Fig. 2) im wesentlichen unter gleichen Bedingungen optisch abgetastet werden.

[0030] Bei einer beliebigen Abtastrichtung weist der Gittervektor einen Azimut  $\theta$  zur Beugungsebene 33 auf. Die effektive Spatalfrequenz  $f$  verkleinert sich bei einem linearen Beugungsgitter mit zunehmendem Azimut  $\theta$ , so dass sich die vom Beugungsgitter in Richtung der Normalen 32 erzeugte Spektralfarbe sowohl in der Hintergrundfläche 12 als auch in den Teilflächen 11 verändert, wobei sich der Unterschied in den Wellenlängen der gebeugten Lichtstrahlen 19 aus der Hintergrundfläche 12 und aus den Teilflächen 11 kaum verändert und der Farbkopierer die geringen Farbunterschiede nicht wiedergibt.

[0031] Sobald keine sichtbaren gebeugten Lichtstrahlen 19 mehr in den Lichtempfänger 20 gelangen, empfängt der

Lichtempfänger 20 nur noch Streulicht; das Beugungsgitter wirkt, ungeachtet seiner Spatalfrequenz  $f$  wie eine dunkle Mattstruktur und wird vom Farbkopierer in einem Grauton wiedergegeben. Die Wiedergabe des Dokuments 1 (Fig. 2) mit dem Sicherheitselements 2 mit dem beugungsoptischen Flächenmuster 3 hängt von der Ausrichtung des Flächenmusters 3 auf der Glasplatte 18 (Fig. 3) ab, wobei die Schrifttafel 10 immer einfarbig wiedergegeben wird, so dass die in den Teilflächen 11 enthaltene Information nicht erkennbar ist.

[0032] Mit Vorteil sind die Spatalfrequenzen für die Beugungsgitter der Hintergrundfläche 12 und der Teilflächen 11 so gewählt, dass beim Abtasten des Flächenmusters 3 mit dem weissen Beleuchtungsstrahl 17 (Fig. 3) Licht mit der Wellenlänge  $\lambda$  im Bereich von 615 nm bis 700 nm in den Lichtempfänger 25 (Fig. 3) gelangt. Die Spatalfrequenzen  $f_H$  bzw.  $f_T$  sind daher aus dem Spatalfrequenzbereich von 770 Linien/mm bis 820 Linien/mm zu wählen, wobei die Spatalfrequenzen  $f_H$ ,  $f_T$  eine Spatalfrequenzdifferenz  $\Delta f = \pm(f_H - f_T)$  von 5 Linien/mm bis 40 Linien/mm für  $k = 1$  bzw. 20 Linien/mm für  $k = 2$  aufweisen, wobei  $k$  die Beugungsordnung bedeutet. In einer Ausführung des Flächenmusters 3 besitzt das Beugungsgitter der Hintergrundfläche 12 die Spatalfrequenz  $f_H = 810$  Linien/mm bzw. 860 Linien/mm und die Beugungsgitter in den Teilflächen 11 die Spatalfrequenz  $f_T = 800$  Linien/mm bzw. 890 Linien/mm. Selbstverständlich sind die Werte für  $f_H$  und  $f_T$  vertauschbar. Die Hintergrundfläche 12 mit  $f_H = 810$  Linien/mm erstrahlt für den Beobachter im Tageslicht in einem Rot mit der Wellenlänge 617 nm, während die Teilflächen 11 mit  $f_T = 800$  Linien/mm in einem dunkleren Rot von 625 nm Wellenlänge erscheinen. In diesem Bereich unterscheidet das menschliche Auge eine Wellenlängendifferenz von wenigstens 2 nm. Für den Beobachter erzeugt die Differenz von 8 nm einen deutlichen Farbkontrast, so dass die Information gut erkennbar ist. Der Farbkopierer ist nicht in der Lage, diese Farbdifferenz in der Kopie wiederzugeben.

[0033] Um die Abhängigkeit der Wiedergabe der Schrifttafel 10 (Fig. 2) in der Farbkopie von der Abtastrichtung zu verringern, weisen die Beugungsgitter der Hintergrundfläche 12 (Fig. 2) und die Teilflächen 11 (Fig. 2) vorteilhaft die in der Fig. 6 gezeigten Ausführungen auf, die sich nur in den Spatalfrequenzen  $f_H$  und  $f_T$  unterscheiden. Die Beugungsgitter erfüllen quadratische oder hexagonale Flächenstücke 36 mit einer grössten Abmessung  $h$  von weniger als 0,3 mm. Die Flächenstücke 36 sind von gleicher Form und gleicher Grösse und füllen die Hintergrundfläche 11 und die Teilflächen 12 vollständig aus. In einer Ausführung sind die Mosaikflächen 11, 12 aus den Flächenstücke 36 mit dem Charakter von Pixeln zusammengesetzt. Die Formen der die Flächenstücke 36 erfüllenden Beugungsgitter sind zirkuläre Beugungsgitter 37, lineare Kreuzgitter 38, hexagonale Beugungsgitter 39. Im zirkulären Beugungsgitter 37 sind kreisförmige Furchen konzentrisch im Flächenstück 36 mit der Spatalfrequenz  $f$  angeordnet. Das lineare Kreuzgitter 38 weist zwei oder mehr gekreuzte lineare Beugungsgitter auf, vorzugsweise mit derselben Spatalfrequenz  $f$ . Im hexagonalen Beugungsgitter 39 weisen die Furchen eine hexagonale Form auf und sind konzentrisch im Flächenstück 36, vorteilhaft von hexagonaler Form, mit der Spatalfrequenz  $f$  angeordnet. Anstelle des hexagonalen Beugungsgitters 39 sind Gruppierungen von linearen Beugungsgittern 40 mit regelmässig im Azimut verteilten Gittervektoren verwendbar; diese Gruppierung der linearen Beugungsgittern 40 ist eine Verallgemeinerung des hexagonalen Beugungsgitters 39. Auch die linearen Beugungsgitter 40 sind von Vorteil, die in der Beschreibung der Fig. 1 bis 5 betrachtet wurden.

1. Sicherheitselement (2) mit einem in einem Schichtverbund aus Kunststoff eingebetteten, aus vorbestimmten Beobachtungsrichtungen visuell erkennbaren, reflektierenden optisch variablen Flächenmuster (3) gebildet aus einem Mosaik von optisch wirksamen Flächenelementen (13), **dadurch gekennzeichnet**, dass im Mosaik des Flächenmusters (3) wenigstens zwei der Mosaikflächen (11; 12) des Flächenmusters (3) im wesentlichen benachbart angeordnet und mit mikroskopisch feinen lichtbeugenden, im wesentlichen parallele Gittervektoren aufweisenden Reliefstrukturen (4) belegt sind, dass die Spatalfrequenzen (f) der Reliefstrukturen (4) Werte aus vorbestimmten Spatalfrequenzbereichen derart aufweisen, dass bei schief zu einer Normalen (32) auf die Ebene des Schichtverbunds einfallende Beleuchtungsstrahlen (19) die Reliefstrukturen (4) der Mosaikflächen (11; 12) sichtbares, monochromatisches Licht parallel zur Normalen (32) ablenken, dass wenigstens eine der benachbarten Mosaikflächen (11; 12) als Hintergrundfläche (12) eine oder eine Vielzahl der andern Mosaikflächen (Teilflächen 11) so umschliesst, dass die Teilflächen (11) so auf der Hintergrundfläche (12) angeordnet sind, dass die Teilflächen (11) eine mit dem blossen Auge erkennbare Information bilden und dass sich die Reliefstrukturen (4) der Hintergrund- und Teilflächen bildenden Mosaikflächen (11; 12) derart in der Spatalfrequenz f unterscheiden, dass sich für einen Beobachter die Hintergrundfläche(n) (12) und Teilflächen (11) durch einen Farbkontrast unterscheiden, während in einer Farbkopie die benachbarten Hintergrundfläche(n) (12) und Teilflächen (11) in gleicher Farbe bzw. Grauton wiedergegeben sind.
2. Sicherheitselement (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterschied in den Spatalfrequenzen (f) der Reliefstrukturen (4) in den benachbarten Mosaikflächen (11; 12) höchstens 40 Linien/mm beträgt.
3. Sicherheitselement (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spatalfrequenz (f) der Reliefstrukturen (4) wenigstens einer der Mosaikflächen (11; 12) mit einer Periode von 0,5 mm bis 10 mm und einem Hub von 3 Linien bis 20 Linien moduliert ist.
4. Sicherheitselement (2) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulation der Spatalfrequenz ( $f_H$ ) der Reliefstruktur (4) in der einen Mosaikfläche (11) um einen Phasenwinkel aus dem Bereich 60° bis 180° gegenüber der Modulation der Spatalfrequenz ( $f_T$ ) der Reliefstruktur (4) in der anderen Mosaikfläche (12) verschoben ist.
5. Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spatalfrequenzen (f) der Reliefstrukturen (4) in den benachbarten Mosaikflächen (11; 12) im Bereich von 350 Linien/mm bis 550 Linien/mm und/oder von 725 Linien/mm bis 1025 Linien/mm liegen.
6. Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spatalfrequenzen (f) der Reliefstrukturen (4) in den benachbarten Mosaikflächen (11; 12) im Bereich von 800 Linien/mm bis 820 Linien/mm und/oder 860 Linien/mm bis 890 Linien/mm liegen.
7. Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in den benachbarten Mosaikflächen (11; 12) Teilflächen (11) die Form von Worten oder alphanumerischen Zeichen oder eines

graphischen Designs aufweisen.

8. Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die benachbarten Mosaikflächen (11; 12) in Flächenstücke (36) mit einer grössten Abmessung (h) von 0,3 mm eingeteilt sind und dass die Flächenstücke (36) der benachbarten Mosaikflächen (11; 12) zirkuläre Beugungsgitter (37) oder Kreuzgitter (38) oder hexagonale Beugungsgitter (39) als Reliefstrukturen (4) aufweisen.

9. Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die benachbarten Mosaikflächen (11; 12) lineare Beugungsgitter (40) als Reliefstrukturen (4) aufweisen.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

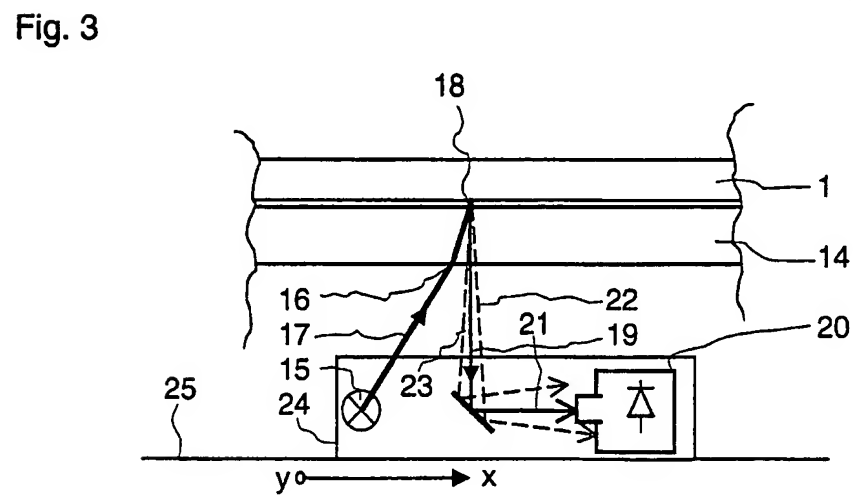
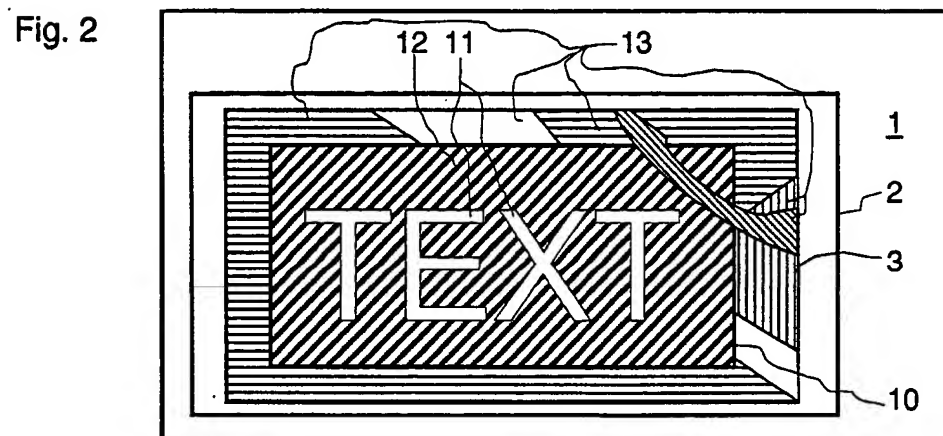
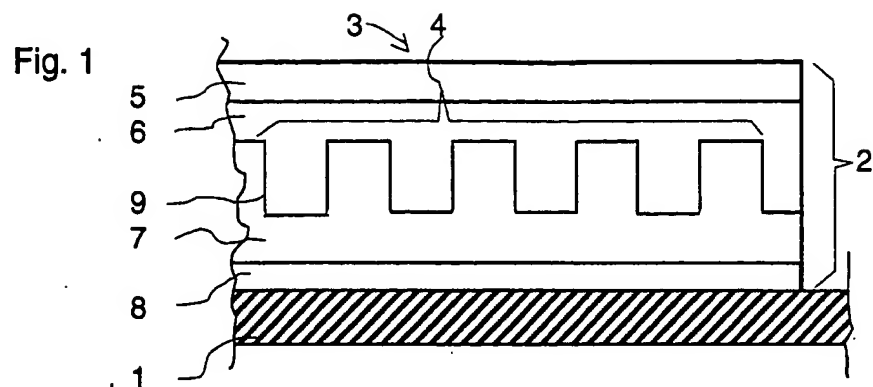


Fig. 4

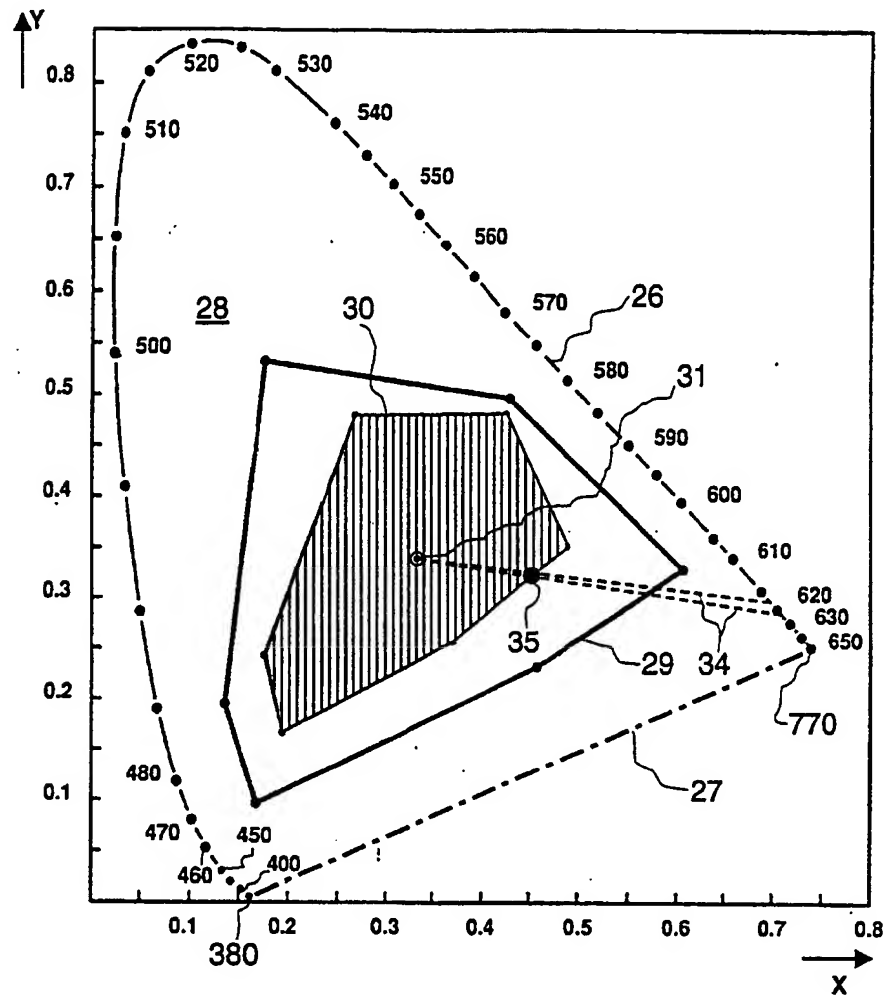


Fig. 5

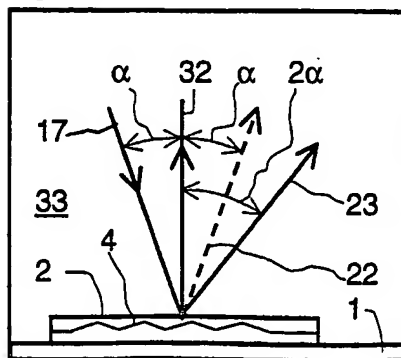


Fig. 6

